

УДК 669:539

В. М. Кийко*, В. П. Коржов, В. Н. Курлов, И. С. Желтякова

Институт физики твердого тела РАН, г. Черноголовка

**kiiko@issp.ac.ru*

СЛОИСТО-ВОЛОКНИСТЫЙ КОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ НИОБИЯ, АРМИРОВАННЫЙ ВОЛОКНАМИ САПФИРА

Разработана структура, и твердофазным методом диффузионной сварки получены образцы композитных материалов со слоистой матрицей на основе ниобия, однонаправленно армированные монокристаллическими волокнами сапфира. Проведены рентгеноструктурный микроанализ и механические испытания полученных материалов.

Ключевые слова: композит, волокно, сапфир, матрица, ниобий, слой, интерметаллид, структура, прочность, трещиностойкость.

V. M. Kiiko, V. P. Korzhov, V. N. Kurlov, I. S. Zheltyakova

LAYERED-FIBROUS COMPOSITE BASED ON NIOBIUM REINFORCED BY SAPPHIRE FIBERS

A structure was developed and specimens of composite materials with a niobium-based layered matrix, unidirectionally reinforced with single-crystal sapphire fibers, were obtained by the solid-phase method of diffusion welding. X-ray microanalysis and mechanical tests of the obtained materials were carried out.

Key words: composite, fiber, sapphire, matrix, niobium, layer, intermetallic, structure, strength, fracture toughness.

Разработка новых высокотемпературных конструкционных материалов для элементов конструкций газотурбинных двигателей является одной из основных проблем современного материаловедения. В работе, по-видимому, впервые представлен композитный материал слоисто-волокнистой структуры с матрицей на основе сплава ниобия Nb-0,1C, упрочненной слоями, содержащими тугоплавкие

интерметаллиды системы ниобий—алюминий и армированной монокристаллическими волокнами сапфира, полученными методом Степанова. Композитная структура формируется твердофазным методом диффузионной сварки в вакууме под давлением. Результаты открывают новое направление разработок и исследований композитных материалов такого рода, соединяющих в иерархически организованной структуре (рис. 1) высокопрочные оксидные волокна и трещиностойкую потенциально крипостойкую слоистую композитную матрицу, содержащую высокотемпературные сплавы, твердые растворы и интерметаллидные соединения (рис. 2).

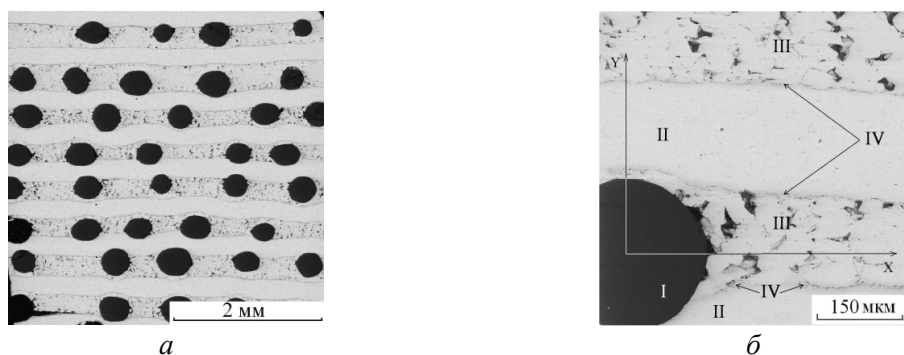


Рис. 1. Структура поперечного сечения композита:

крупные круглые объекты черного цвета — волокна сапфира, серого — ниобий и его соединения с углеродом и алюминием, а также твердый раствор алюминия в ниобии — *a*; *б* — участок поперечного сечения композита с волокном и примыкающими областями матрицы различного состава, обозначенными I, II, III, IV

Оси координат (см. рис. 1) — линии, вдоль которых был проведен «точечный» поэлементный рентгеноспектральный микроанализ, результаты которого показаны на рис. 2.

Прочность полученных образцов при комнатной температуре составила 500–700 МПа, эффективная поверхностная энергия разрушения $9\text{--}49 \times 10^3 \text{ Дж/м}^2$, установлена корреляция этих величин с режимами изготовления.

Изучены особенности структуры разрушения таких материалов и процессы на неоднородностях разнорода, тормозящие ее разрушение под нагрузкой.

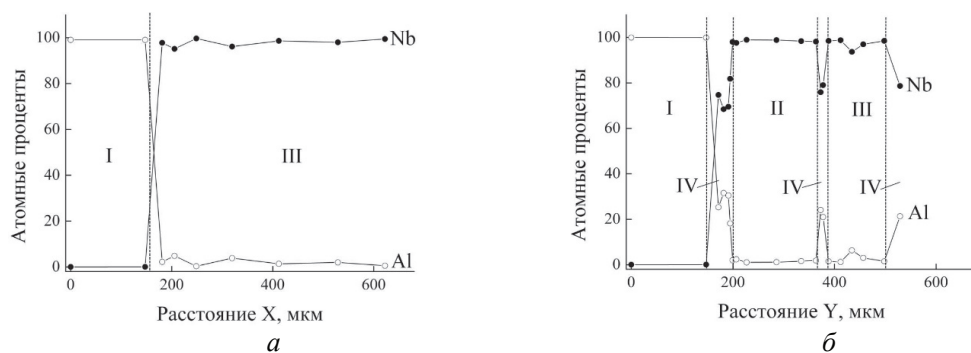


Рис. 2. Концентрационные зависимости ниобия (черные точки) и алюминия по данным рентгеноспектрального анализа в отдельных «точках» вдоль осей X (а) и Y (б), показанных на рис. 1, б. Области различных составов композита, обозначенных как и на рис. 1, б — I, II, III, IV — разделены вертикальными пунктирными линиями